Weitere Beiträge zur Kenntnis der Blutsalze.

INAUGURAL-DISSERTATION
VERFASST UND DER
HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT
DER
K. B. JUILIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG
ZUR
ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE
IN DER
MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE
VORGELEGT VON

ALEXANDER ROSENSCHEIN
AUS BERDIANSK (SÜD-RUSSLAND).

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

WÜRZBURG
Druck der Stahel'schen k. Hof-Buchdruckerei
1899.

REFERENT:
HERR GEHEIMRAT PROFESSOR DR. FICK.

Seinen theueren Eltern

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549806_0098

Ganz neue Gesichtspunkte bezüglich der Auffassung der Mineralsalze des Blutes hat *Gürber* durch die Anwendung der Dialyse zur qualitativen und quantitativen Bestimmung dieser Salze gebracht. Er dialysirte Blutserum gegen eine bestimmte Menge Wasser und bewies, dass dabei so lange Salze aus dem Serum in das Wasser übergehen, bis in beiden Flüssigkeiten gleiche Concentration eingetreten ist. In dem vollständig eiweissfreien Dialysat liessen sich dann die Salze nach den bekannten Methoden der Mineralanalyse qualitativ und quantitativ bestimmen. Die hiebei gefundenen Resultate verglich *Gürber* sodann mit den Daten der Aschenanalyse des betreffenden Serum, wobei sich für die Alkalichloride des Serum nach beiden Methoden gleiche Werthe ergaben, während die Menge der Alkalicarbonate in der Asche bedeutend grösser gefunden wurde, als es nach der Dialysenmethode hätte der Fall sein dürfen, wenn sämmtliches Alkalicarbonat der Asche ursprünglich im Blutserum als solches vorhanden gewesen wäre; denn, weil die Chloride des Serum vollständig den Gesetzen der Osmose gehorchten, so müssten, schloss *Gürber*, auch alle anderen im Serum gelösten Mineralsalze diesen Gesetzen gehorchen, und da

in Wirklichkeit das Alkalicarbonat nicht in derselben Menge, wie in der Asche, bei der Dialyse gefunden werde, so könne das „Mehr“ Alkalicarbonat der Asche nicht als solches im Blutserum vorhanden gewesen sein, sondern es müsse dieser Theil des Alkali im Serum an einem nicht diffundirenden Körper, das heisst an Eiweiss gebunden und erst bei der Verbrennung daraus Alkalicarbonat entstanden sein. *Gürber* will desshalb nur die auf dem Wege der Dialyse ermittelten Salze qualitativ und quantitativ als Mineralsalze anerkennen, weshalb er es für nöthig fand, alle bis jetzt bestehenden Analysen der Mineralsalze des Blutes, beziehungsweise des Serum in diesem Sinne zu revidiren.

Selbst hat er qualitativ die Salze des Pferdeblutserum[1]) untersucht und davon quantitativ Chloride und Carbonate bestimmt. Die entsprechenden quantitativen Untersuchungen an Kaninchen, Ochsen, Hammel, Schwein, Katzen, Hund-Blutserum sind von seinem Schüler *Huber*[2]) ausgeführt worden. Bei der Bestimmung des Alkalicarbonates im Pferdeblutserum ergab sich die wichtige Thatsache, dass dessen Gehalt im Serum mit steigendem Kohlensäuregehalte des Blutes oder des Serum zunimmt, dass also unter dem Einflusse der Kohlensäure vorher nicht diffusibles Alkali in Form von Alkalicarbonat diffusibel gemacht wurde. Bis jetzt bezüglich ihrer Quantität unberücksichtigt geblieben sind die Kalk-, Magnesium- und die schwefelsauren Salze des Blutserum. Diese Lücke in der Analyse der Serumsalze auszufüllen, ist die Aufgabe, die mir Herr Dr. *Gürber* in der vor-

---

1) *Gürber:* Salze des Blutes I Theil Salze des Serum, Verh. der Physikal.-medicin. Gesellschaft Würzburg. N. F. B. XXVIII. Nr. 7.

2) *Huber:* Ein Beitrag zur Physiologie des Blutes. Inaugural-Diss. Würzburg 1898.

liegenden Untersuchung für das Pferdeblutserum gestellt hat.

Bei der experimentellen Ausführung dieser Aufgabe bin ich im Wesentlichen den von *Gürber* angegebenen Vorschriften für die Dialysenanalyse gefolgt.

Versuchsplan.

25 oder meistens 50 ccm auf der Centrifuge gewonnenes Pferdeblut-Serum werden in eine Schleife des bekannten Ellwanger Dialysenschlauches gebracht und in einem engen, gut verschliessbaren Cylinder gegen 100 ccm Wasser 48—60 Stunden unter häufigem Schütteln dialysirt. Da mehrere Dialysen gleichzeitig angesetzt wurden und kein Schüttelapparat zur Verfügung stand, der für alle Analysen zusammen genügt hätte, so musste das Schütteln durch die Hand besorgt werden. Dieser Mangel in der Methode wurde durch eine längere Dialysenzeit compensirt. Um aber der dadurch bedingten Gefahr der Fäulniss zu begegnen, setzte ich sowohl dem Serum, wie dem Dialysate einige Tropfen Chloroform zu. Dass der auf diese Weise verlangte osmotische Ausgleich erreicht wird, hat *Huber* [1]) bewiesen. Von dem meistens ganz klaren Dialysate wurde die abgemessene Menge in einer Platinschale eingedampft, schwach geglüht und der Rückstand in verdünnter Salzsäure gelöst. Die Lösung wurde sodann mit Ammoniak übersättigt, wobei meist nur eine kaum bemerkbare Trübung auftrat, zum Beweis, dass was *Gürber* [2]) schon früher betont hat, im Pferdeblutserum nur Spuren von Phosphorsäure enthalten sind. Trotzdem wurde zur Fällung des Kalkes die Lösung mit Essigsäure wieder schwach angesäuert und dann der Kalk

---

1) l. c. — 2) l. c.

mit Ammoniumoxalat gefällt. Nach längerem Stehen wird der Kalkniederschlag abfiltrirt, im gewogenen Platintigel bis zur Gewichtsconstanz im Gebläse geglüht und so der Kalk als Calciumoxyd gewogen.

Das auf dem Wasserbade eingeengte Filtrat hätte nun nach Uebersättigung mit Ammoniak zur Fällung der Magnesia mit Natriumphosphat versetzt sein müssen. Es zeigte sich aber in einem Vorversuche eine so minimale Fällung von Trippelphosphat, dass eine quantitative Bestimmung der Magnesia von vorneherein als werthlos erscheinen musste. Es wurde deshalb in späteren Versuchen das Filtrat vom Kalkniederschlag sofort zur Fällung der Schwefelsäure mit Salzsäure und Bariumchlorid versetzt und das gebildete Bariumsulfat in üblicher Weise abfiltrirt und gewogen.

Von schon früher hervorgehobenen Gesichtspunkten geleitet, habe ich neben den Dialysenanalysen auch Aschenanalysen angestellt. Zu diesem Zwecke wurden 25 ccm Serum in Platinschale zur Trockene verdampft, lege artis verascht und die Asche, wie bei den Dialysenanalysen, auf Kalk und Schwefelsäure analysirt. Phosphorsäure und Magnesia waren auch hier in so geringer Menge vorhanden, dass sie quantitativ nicht bestimmt werden konnten.

Da sich nun beim Vergleich der Dialysenanalysen mit den Aschenanalysen ähnliche Verhältnisse zeigten, wie sie *Gürber* für das Alkalicarbonat gefunden hat, wurde auch bei dieser Untersuchung der Einfluss der Kohlensäure auf die Menge des diffusiblen Kalkes berücksichtigt und zwar sowohl durch Sättigen des Blutes mit Kohlensäure, als durch Sättigen von Serum, das von mit Schütteln durch Luft arteriell gemachten Blut stammte. Das Kohlensäure - Serum wurde ausserdem gegen mit Kohlensäure gesättigtes Wasser dialysirt. Zu-

letzt wurde der Einfluss starker Mineralsäure auf die Diffussibilität des Kalkes untersucht und zwar sowohl Sauerstoff-Serum als Kohlensäure-Serum gegen Salzsäurehaltiges Wasser dialysirt. Nach diesem allgemeinen Versuchsplan habe ich folgende Versuche angestellt:

1. Versuch.

Etwa 500 ccm frisches Pferdeblut werden durch Schütteln mit Luft mit Sauerstoff gesättigt, dann centrifugirt und 25 ccm von dem so erhaltenen Serum in Platinschale verascht; weitere 25 ccm Serum gegen 100 ccm Wasser 48 Stunden dialysirt.

Aschenanalyse:

Asche von 25 ccm Serum geben:

1. CaO 0,004 gr. = 0,016 %.
2. $BaSO_4$ 0,03 gr. H_2SO_4 = 0,0505 %.

Dialysenanalyse:

80 ccm des Dialysates geben:

1. CaO 0,0017 gr. = 0,0106 % im Serum.
2. $BaSO_4$ 0,0067 gr. H_2SO_4 = 0,0176 % im Serum.

Etwa 100 ccm des vorigen Serum werden mit CO_2 gesättigt und davon 25 ccm 48 Stunden gegen 100 ccm Wasser dialysirt.

80 ccm des Dialysates geben:

1. CaO 0,0017 gr. = 0,0106 % im Serum.
2. $BaSO_4$ 0,0117 gr. H_2SO_4 = 0,0308 % im Serum.

500 ccm von gleichem Pferdeblut werden mit Kohlensäure gesättigt, centrifugirt; davon 25 ccm Serum verascht und weitere 25 ccm gegen 100 ccm mit Kohlensäure gesättigtes Wasser 48 Stunden dialysirt.

Aschenanalyse:

Asche von 25ccm Serum geben:

1. Ca O   0,004 gr. = 0,016 %.
2. Ba SO_4 0,0377 gr. H_2SO_4 = 0,0634 %.

Dialysenanalyse:

80 ccm des Dialysates geben:

1. Ca O   0,0025 gr. = 0,0156 % im Serum.
2. Ba SO_4 0,0073 gr. H_2SO_4 = 0,0192 % im Serum.

Das Resultat dieser Versuchsreihe kann folgendermassen zusammengefasst werden: Die Aschenanalyse ergiebt einen höheren Kalkgehalt des Serum, als die Dialysenanalyse. Es muss desshalb der Kalk, als nicht diffusible Verbindung im Serum enthalten sein.

Das Kohlensäure-Blutserum zeigt einen grösseren Gehalt an diffusiblem Kalk, als das Sauerstoff-Serum. Dagegen ist die Menge des diffusiblen Kalkes des mit Kohlensäure gesätttigten Serum nicht vermehrt. — Auffallend und ganz unerwartet ist das Resultat, dass mit Kohlensäure gesättigtes Serum einen viel grösseren Gehalt an Sulfaten aufweist, als das Serum des Sauerstoff-Blutes.

Dass die Serumasche mehr Schwefelsäure enthält, als das Dialysat, ist selbstverständlich, weil bei der Veraschung des Serum Schwefelsäure entstehen muss.

Da die bei diesem Versuche zur Wägung gelangten Kalkmengen nur wenige Milligramme betragen, daher in Folge der relativ hohen Fehlergrenzen die gefundenen Resultate wenig Zuverlässigkeit bieten, wurden in den folgenden Versuchen anstatt 25 ccm 50 ccm zur Dialyse verwendet, dafür aber 60 Stunden lang dialysirt.

2. Versuch.

500 ccm frisches Pferdeblut werden, wie im vorigen Versuche, mit Sauerstoff gesättigt, dann centrifugirt; 25 ccm in Platinschale verascht und 50 ccm gegen 100 ccm Wasser 60 Stunden dialysirt.

Aschenanalyse:

25 ccm Serum geben:

CaO 0,005 gr = 0,02 %.

Dialysenanalyse:

75 ccm des Dialysates geben:

1. CaO 0,0031 gr = 0,0124 % im Serum.
2. $BaSO_4$ 0,0147 gr H_2SO_4 = 0,0247 % im Serum.

Etwa 100 ccm voriges Serum werden mit Kohlensäure gesättigt und davon 50 ccm gegen 100 ccm Wasser 60 Stunden dialysirt.

75 ccm des Dialysates geben:

1. CaO 0,0038 gr = 0,0152 % im Serum.
2. $BaSO_4$ 0,0195 gr H_2SO_4 = 0,0328 % im Serum.

500 ccm vom gleichen Pferdeblut werden mit Kohlensäure gesättigt, centrifugirt; 25 ccm Serum verascht und 50 ccm gegen 100 ccm mit Kohlensäure gesättigtes Wasser 60 Stunden dialysirt.

Aschenanalyse:

25 ccm Serum geben:

1. CaO 0,0053 gr = 0,0212 %.
2. $BaSO_4$ 0,0355 gr H_2SO_4 = 0,0597 %.

Dialysenanalyse:

75 ccm des Dialysates geben:

1. Ca O 0,004 gr = 0,016 % im Serum.
2. Ba SO_4 0,019 gr H_2SO_4 = 0,032 % im Serum.

3. Versuch.

Etwa 500 ccm frisches Pferdeblut werden mit Sauerstoff gesättigt, dann centrifugirt; davon 25 ccm Serum in Platinschale verascht und 50 ccm gegen 100 ccm Wasser 60 Stunden dialysirt.

Aschenanalyse:

25 ccm Serum geben:

Ca O 0,0054 gr = 0,0216 %.

Dialysenanalyse:

75 ccm des Dialysates geben:

1. Ca O 0,0034 gr = 0,0136 % im Serum.
2. Ba SO_4 0,013 gr H_2SO_4 = 0,0219 % im Serum.

Etwa 100 ccm des vorigen Serum werden mit Kohlensäure gesättigt und davon 50 ccm gegen 100 ccm H_2O 60 Stunden dialysirt.

75 ccm des Dialysates geben:

1. Ca O 0,0044 gr = 0,0176 % im Serum.
2. Ba SO_4 0,0235 gr H_2SO_4 = 0,0395 % im Serum.

500 ccm vom gleichen Pferdeblut werden mit Kohlensäure gesättigt, centrifugirt, 25 ccm Serum verascht; 50 ccm Serum gegen 100 ccm mit Kohlensäure gesättigtes Wasser 60 Stunden dialysirt.

Aschenanalyse:

25 ccm Serum geben:

1. Ca O $\quad$ 0,006 gr = 0,024 %.
2. Ba SO_4 $\quad$ 0,0383 gr H_2SO_4 = 0,0645 %.

Dialysenanalyse:

75 ccm des Dialysates geben:

1. Ca O $\quad$ 0,004 gr = 0,016 % im Serum.
2. Ba SO_4 $\quad$ 0,0232 gr H_2SO_4 = 0,039 % im Serum.

Da aus den vorstehenden Versuchen hervorgeht, dass durch die Kohlensäure an Eiweiss gebundener Kalk abgespalten und in diffusibles Mineralsalz übergeführt wird, so war immerhin von Interesse zu untersuchen, wie sich der an Eiweiss gebundene Kalk zu der starken Mineralsäure verhält. Es wurden desshalb 50 ccm Serum gegen ganz schwache Salzsäure-Lösung dialysirt, wobei das Serum den folgenden Gehalt an diffusiblem Kalk und Sulfaten zeigt.

75 ccm des Dialysates geben:

1. Ca O $\quad$ 0,0057 gr = 0,0228 % im Serum.
2. Ba SO_4 $\quad$ 0,0113 gr H_2SO_4 = 0,019 % im Serum.

4. Versuch.

Etwa 500 ccm frisches Pferdeblut werden mit Sauerstoff gesättigt, dann centrifugirt, davon 25 ccm Serum in Platinschale verascht und 50 ccm Serum gegen 100 ccm Wasser 60 Stunden dialysirt. Ausserdem wurden noch weitere 50 ccm desselben Serum gegen 100 ccm mit Salzsäure angesäuertes Wasser 60 Stunden dialysirt.

Aschenanalyse:

25 ccm Serum geben:

1 CaO 0,0049 gr = 0,0196 %.

2. $BaSO_4$ 0,0299 gr H_2SO_4 = 0,05 %.

Dialysenanalyse:

a) 75 ccm des ersten Dialysates geben:

1. CaO 0,0035 gr = 0,014 % im Serum.
2. $BaSO_4$ 0,0144 gr H_2SO_4 = 0,0242 % im Serum.

b) 75 ccm des zweiten Dialysates geben:

1. CaO 0,0046 gr = 0,0184 % im Serum.
2. $BaSO_4$ 0,0045 gr H_2SO_4 = 0,0076 % im Serum.

Etwa 100 ccm des vorigen Serum werden mit Kohlensäure gesättigt und davon 50 ccm gegen 100 ccm Wasser 60 Stunden dialysirt.

75 ccm des Dialysates geben:

1. CaO 0,0046 gr = 0,0184 % im Serum.
2. $BaSO_4$ 0,0183 gr H_2SO_4 = 0,0308 % im Serum.

500 ccm vom gleichen Pferdeblut werden mit Kohlensäure gesättigt, centrifugirt, 25 ccm Serum verascht und 50 ccm gegen 100 ccm mit Kohlensäure gesättigtes Wasser 60 Stunden dialysirt.

Aschenanalyse:

25 ccm Serum geben:

1. CaO 0,0051 gr = 0,0204 %.
2. $BaSO_4$ 0,029 gr H_2SO_4 = 0,0488 %

Dialysenanalyse:

75 ccm des Dialysates geben:

1. CaO 0,0044 gr = 0,0176 % im Serum.
2. $BaSO_4$ 0,0158 gr H_2SO_4 = 0,0266 % im Serum.

Fassen wir die gefundenen Resultate dieser Versuchreihen kurz zusammen, so ist als wichtigster Punkt hervorzuheben, dass im Blutserum der Kalk theils als Mineralsalz, theils an Eisweiss gebunden vorhanden ist. Die Menge der Kalksalze des Serum im *Gürber*'schen Sinne ist abhängig vom Kohlensäuregehalte des Serum; durch starke Mineralsäuren kann fast der ganze im Serum enthaltene Kalk diffusibel gemacht werden. Bei Angaben über den Gehalt der Kalksalze des Blutserum ist immer der Kohlensäuregehalt des Serum zu berücksichtigen.

Die Menge der Kalksalze im Pferdeserum bei minimalem Kohlensäuregehalte schwankt zwischen 0,0106 % und 0,014 % oder das Mittel aus 4 Untersuchungen ist 0,0126 %; bei maximalem CO_2-Gehalte zwischen 0,0152 % und 0,0184 % oder das Mittel aus 3 Bestimmungen beträgt 0,017 %.

Aus alledem geht hervor, dass sich der Kalk im Blutserum ähnlich verhält, wie das titrirbare Alkali, was eigentlich nicht anders erwartet werden konnte.

Dagegen wider Erwarten ähnlich dem Kalk und dem Alkali verhalten sich auch die Schwefelsäure, bezw. die Sulfate des Serum. Während die Menge der diffusiblen Schwefelsäure bei minimalem Kohlensäuregehalte des Serum zwischen 0,0176 % und 0,0247 % schwankt und das Mittel aus 4 Analysen 0,0221 % beträgt, enthält das Serum bei maximalem Kohlensäuregehalte zwischen

0,0308 % und 0,0395 % oder im Mittel aus 4 Analysen 0,0335 % Schwefelsäure.

Sehr auffallend ist, dass die Menge der diffusiblen Sulfate unter dem Einflusse der Salzsäure ganz beträchtlich abnimmt, fast auf kaum bestimmbare Mengen zurückgeht. Welche physiologische Bedeutung das oben bezeichnete Verhalten des Kalkes und der Schwefelsäure hat, dafür fehlt mir jede Vorstellung und ich muss mich damit begnügen, die an sich sehr interessante Thatsache ohne weiteren Kommentar mitzutheilen.

Zum Schlusse halte ich es für meine angenehme Pflicht Herrn Geheimrath Professor Dr. *Fick* für die gütige Uebernahme des Referates und Herrn Dr. *Gürber* für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie für die freundliche Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.